

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K05507

研究課題名(和文) 含窒素反応活性種の精密制御を基盤とする合成手法の開発

研究課題名(英文) Development of Synthetic Method Based On Precise Control of Nitrogen-containing Reactive Species

研究代表者

秦 猛志 (Hata, Takeshi)

東京工業大学・生命理工学院・准教授

研究者番号：40419271

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究代表者は、遷移金属触媒または有機金属反応剤と活性種前駆体から発生する「含窒素反応活性種」を縦横に利用して、効率的かつ多様性に富む含窒素分子合成への展開をおこない、以下の結果を得た。(1) 二求核剤へのハロアセチレンへの選択的ダブル求核付加とPd触媒のダブルC-H結合活性化によるヘテロ共役分子合成、(2) ハロゲン置換3環性トリアゾールを用いた多環性トリアゾール誘導体の合成と応用利用、(3) 鉄触媒存在下ニトロ化合物と有機亜鉛反応剤の還元的カップリングによる第2級アミン合成、(4) Rh触媒による2,2-ジハロビニル基を有するアリアルアジドの分子内環化反応の開発

研究成果の学術的意義や社会的意義

1) 機能性分子に適用できる含窒素ヘテロ環を、ハロアセチレンやニトロアレンなどの入手容易かつ安価な原料を用いるだけでなく、遷移金属触媒または有機金属反応剤と活性種前駆体から発生する含窒素反応活性種を利用して合成工程数を一挙に短縮化して合成できるため、コスト削減と環境負荷低減の両分野を相乗的に満たすことができる。

2) 古くから知られているグリニャール反応剤とニトロ化合物の還元的カップリング反応を、中間に存在する酸化段階の異なる種々の含窒素反応活性種を系統立てて研究している例はほとんどなく、新たな含窒素化合物合成の分野を切り開く特色がある。

研究成果の概要(英文)：The principal investigator has utilized the 'nitrogen-containing reactive species' generated from transition metal catalysts or organometallic reactants and active species precursors to efficiently expand to the synthesis of nitrogen-containing molecules and obtained the following results. (1) Synthesis of hetero-conjugated molecules by selective double nucleophilic addition of haloacetylenes to dinucleophiles and double C-H bond activation of Pd catalysts, (2) Synthesis and application of polycyclic triazole derivatives using halogen substituted tricyclic triazoles, (3) Synthesis of secondary amines by reductive coupling of nitro compounds and organozinc reactants in the presence of iron catalysts. (4) Rh-catalyzed intramolecular cyclization of aryl azides with 2,2-dihalovinyl groups.

研究分野：有機合成化学

キーワード：含窒素反応活性種 遷移金属触媒 ニトロアレン グリニャール反応剤 アジド ヒュスゲン環化 トリアゾール 含窒素ヘテロ分子

様式 C-19, F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

窒素原子は、医薬、有機エレクトロニクス分子をはじめとする機能性分子に多く含有しており、それらの機能や物性発現に大きく寄与している。そのため、より高活性または高機能な分子を構築するためには、窒素原子を分子内に精密に配置させる必要があり、効率的かつ多様に富む含窒素化合物の合成法が強く求められ、これまで数多くの研究が展開されている。

本申請者は、銅、パラジウム、ロジウム、鉄など種々の遷移金属触媒と含窒素誘導体を利用するヘテロ化合物の新規合成法を見出し、既に報告していた (Cu 触媒 (*J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 1820-1821), Pd 触媒 (*Org. Lett.* **2011**, *13*, 4873-4875, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 6471-6474, *Heterocycles* **2015**, *90*, 847-856), Rh 触媒 (*Chem.-Eur. J.* **2014**, *20*, 317-322, *Chem.-Eur. J.* **2016**, *22*, 890-895, *Tetrahedron Lett.* **2019**, *60*, 815-819))。

2. 研究の目的

本研究は、遷移金属触媒または有機金属反応剤と活性種前駆体から発生する「含窒素反応活性種」を縦横に利用して、効率的かつ多様に富む含窒素化合物を合成する手法の開発を目的とする。具体的には、これまで申請者がおこなってきた研究課題と予備的知見を基盤にして、Rh 触媒やグリニャール反応剤から発生する「含窒素反応活性種」を縦横に利用することにより、効率的に含窒素ヘテロ環を構築する。更に、得られた種々の含窒素ヘテロ環化合物から、天然有機化合物、医薬、および π 共役系化合物などの機能性分子を効率的に合成する。

3. 研究の方法

種々の有機溶媒中、反応基質、触媒量の遷移金属触媒を添加し、アルゴン雰囲気下で加熱還流することにより、含窒素反応活性種を利用した反応を進行させ、種々の生成物を合成し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで反応生成物を単離した。生成物の分子構造は、核磁気共鳴スペクトル、赤外吸収スペクトル、質量分析によって決定した。

4. 研究成果

(1) 二求核剤へのハロアセチレンへの選択的ダブル求核付加と Pd 触媒のダブル C-H 結合活性化によるヘテロ π 共役分子合成

ヘテロ環が π 共役分子内に組み込まれたヘテロ π 共役分子は、蛍光や特異な酸化還元応答などの物性により、分子プローブや有機エレクトロニクスなどの多くの分野に用いられている。また、 π 共役分子の置換基を変化させ、それらの分子群の配列、配向等の自己組織化を利用することにより物性を簡便にコントロールし、更なる高機能化も実施されている。しかし、実際の研究現場では、合成しては配列の観察を試みるなどのトライアンドエラーが続くため、簡便に置換基変換が可能な化合物の合成法が強く求められている。一方、既に当研究室では、ハロアルキンへの求核付加反応が種々の求核剤に対して位置および立体選択的に進行し、得られた付加体をパラジウム触媒による C-H 環化によりヘテロ環へ誘導できることを見出し、報告している (*Org. Lett.* **2011**, *13*, 4873-4875, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 6471-6474, *Heterocycles* **2015**, *90*, 847-856)。

そこで本研究では、ハロアルキンへのダブル求核付加と分子内ダブル C-H 結合活性化反応による含窒素 π 共役化合物の合成法の確立および機能性分子合成への展開を検討した。具体的には、*N*-(5-ヒドロキシ-1-ナフチル)メタンスルホンアミド (**1**) に対して、(クロロエチニル)ベンゼンを DMF 中リン酸カリウム存在下 130 度にて付加させることで、*N*-[5-[(*Z*)-2-クロロ-1-フェニルビニル]オキシ]-1-ナフチル)メタンスルホンアミド (**2**) を収率 23% で単一の異性体として得て、これに対して上記と同様な条件で 1-クロロ-1-ヘキサデシンを付加させることで、*N*-[(*Z*)-1-クロロ-1-ヘキサデセン-2-イル]-*N*-[5-[(*Z*)-2-クロロ-1-フェニルビニル]オキシ]-1-ナフチル)メタンスルホンアミド (**3**) を収率 41% で単一の異性体として得た。このダブル付加体 **3** を、DMF 中触媒量の酢酸パラジウム、トリシクロヘキシルホスフィン、および炭酸カリウムとともに 140 度で反応させると、ダブル C-H 結合活性化反応により 2-フェニル-7-テトラデシル-8*H*-ベンゾフロ[7,6-*g*]インドール (**4**) を収率 45% で得ることができた。この四環性化合物は 40 度では結晶状態だが 86 度で扇状組織に変化し、液晶相であるスメクチック A 相を発現することを偏光顕微鏡で確認した。

(2) ハロゲン置換 3 環性トリアゾールを用いた多環性トリアゾール誘導体の合成と応用利用

トリアゾールは、医薬、染料をはじめ様々な機能性分子に多用されているヘテロ環の 1 つである。中でも、トリアゾールが融着した多環性ヘテロ環は、種々の生物活性分子に含まれている骨格であるが、ハロゲン置換トリアゾール誘導体が簡便に入手できれば、効率的に機能性分子が合成できるだけでなく、更なる多環性骨格の構築も期待できる。

そこで本研究では、ハロゲン置換トリアゾールから種々の多環性トリアゾール誘導体が効率的に合成できないか検討した。具体的には、まず、1-(2-アジドエチル)-2-(2,2-ジプロモビニル)ベンゼン (**5**) を DMF 中 150 度で加熱すると、1-ブromo-5,6-ジヒドロ-[1,2,3]トリアゾロ[5,1-*a*]イソキノリン (**6**) が収率 85% で得られた。続いて、得られた 3 環性トリアゾール **6** とアクリル酸 *tert*-

ブチルとの溝呂木-ヘック反応による炭素鎖伸長，続く水素添加と脱保護により 3-(5,6-ジヒドロ-[1,2,3]トリアゾロ[5,1-*a*]イソキノリン-1-イル)プロパン酸 (**7**) を得た．得られたカルボン酸 **7** を酸クロリドに変換し塩化アルミニウムを添加すると，3,4,9,10-テトラヒドロ-5*H*-1,2,10*a*-トリアザナフト[2,1,8-*cde*]アズレン-5-オン (**8**) が収率 90%で得られた．次に，3 環性トリアゾール **6** と(2-ニトロフェニル)ボロン酸との鈴木-宮浦反応により 1-(2-ニトロフェニル)-5,6-ジヒドロ-[1,2,3]トリアゾロ[5,1-*a*]イソキノリン (**9**) を合成し，トリフェニルホスフィンを添加すると，蛍光性を有する 5,6-ジヒドロインドゾロ[2',3':3,4][1,2,3]トリアゾロ[5,1-*a*]イソキノリン-9-イウム-10-イド (**10**) が収率 91%で得られた．

(3) 鉄触媒存在下ニトロ化合物と有機亜鉛反応剤の還元的カップリングによる第 2 級アミン合成
ニトロ化合物は，含窒素化合物合成における中間体として多用されているが，通常はニトロ基をアミノ基へ徹底還元した後に炭素鎖伸長を実施するのが常である．そのような背景のもと，当研究室では，ニトロ化合物とグリニャール反応剤の還元的カップリング反応を利用して，種々の含窒素化合物が合成できることを見出している（現在論文投稿中）．

そこで本研究では，合成上の有用性を更に高めるべく，官能基が共存可能な有機亜鉛試薬を用いて，官能性第 2 級アミンが合成できないか検討した．具体的には，THF 中 20 mol%の FeCl₂ に対して 40 mol%の *t*-BuMgCl を作用させ，続いて 1-ニトロオクタン (**11**) と 3.5 当量のデシル亜鉛反応剤を添加した後，加熱環流したところ，*N*-オクチルデシルアミン (**12**) を収率 88%で得ることができた．また，**11** と [7-シアノ-7-メチルオクチル]ZnBr・MgCl₂・LiCl からは 2,2-ジメチル-8-(*N*-オクチルアミノ)オクタンニトリル (**13**) が得られた．次に，水素添加により還元されやすいベンジルエーテル，クロロ基，オレフィンを持つニトロ化合物や，金属反応剤に脆弱なエステルやニトリル基を有するニトロ化合物からも，それらの官能基を損なうことなく対応する官能性第 2 級アミンを得ることができた．また，エチルエステルを有する亜鉛反応剤とでも問題なく反応は進行した．さらに，分子内にエステルを持つニトロ化合物からもエステルを温存したまま目的のジエステル体が得られた．そして，ニトロベンゼンとフェニル亜鉛反応剤，4-ニトロ安息香酸と 4-(メトキシ)フェニルジメチル亜鉛反応剤 ZnBr・MgCl₂・LiCl からもそれぞれ対応するアリールアミン誘導体を得ることができた．

(4) Rh 触媒による 2,2-ジハロビニル基を有するアリールアジドの分子内環化反応の開発

インドールやキノキサリンは，アルカロイドをはじめとする天然有機化合物，人工の医薬品などの生物活性化合物に含有しており，それらの活性発現に大きく寄与している．これらの効率的合成のために，分子変換が容易な官能基を複数有する含窒素ヘテロ環の合成手法の開発は重要である．一方，ビニル置換基を有するアリールアジドは，Rh 触媒により発生したナイトレンの分子内環化反応と続く転位反応で 2,3-ジ置換インドールを与えることが既に知られている．

そこで本研究では，アリールアジドのビニル置換基の両者がハロゲンである基質に着目し，検討することとした．具体的には，1-アジド-2-(2,2-ジブromoビニル)ベンゼン (**14**) に対して，5 mol%のビス[ロジウム($\alpha, \alpha', \alpha''$, α''' -テトラメチル-1,3-ベンゼンプロピオン酸)]を添加し，クロロベンゼン中 120 度で加熱したところ，発生したナイトレンの分子内付加，ブromo基の転位により，2,3-ジブromo-1*H*-インドール (**15**) を収率 74%で得られた．また，クロロ基とヨード基を持つ基質として 1-アジド-2-(2-クロロ-2-ヨード)ベンゼンと 5 mol%のオクタン酸ロジウム(II)ダイマーを，クロロベンゼン中 120 度で加熱したところ，2-クロロ-3-ヨード-1*H*-インドール (**16**) を収率 51%で，ほぼ単一の異性体として得られた．このことより，本反応は転位能の高いヨード基が選択的に転位したと考えられ，反応機構上有用な知見が得られた．なお，得られた 2,3-ジハロインドール体は，逐次クロスカップリング反応がおこなえるが，2 位と 3 位の反応性の違いを活かし，相補的に利用できると考えられる．続いて，*tert*-ブチル (2-アジドフェニル)(2,2-ジブromoビニル)カルバメート (**17**) と 5 mol%のオクタン酸ロジウム(II)ダイマーを，クロロベンゼン中 120 度で加熱したところ，発生したナイトレンの分子内付加，続くブromo基の転位によって発生したジヒドロキノキサリンの芳香化，あるいは *tert*-ブチルカルボニル基の分解による芳香化によって，2-ブromoキノキサリン (**18**) が収率 88%で得られた．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hata Takeshi, Tatsumi Yuta, Kanai Yuki, Takahashi Naoto, Shigeta Masayuki, Urabe Hirokazu	4. 巻 366
2. 論文標題 Preparation of Hetero Conjugated Compounds by Double Nucleophilic Addition to Haloalkynes and C ² H Cyclization	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Advanced Synthesis & Catalysis	6. 最初と最後の頁 2136 ~ 2140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adsc.202301510	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ishii Azusa, Hata Takeshi, Shigeta Masayuki, Urabe Hirokazu	4. 巻 26
2. 論文標題 Nucleophilic Addition of Amides to Haloalkynes: Synthesis of <i>Z</i> -Haloalkenyl Amides as Dual Precursors of Alkylidene Carbenes and Allyl Halides	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 2999 ~ 3003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.4c00589	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Abe Teppei, Kobayashi Kazuki, Kikukawa Seiya, Kanai Yuuki, Hata Takeshi	4. 巻 365
2. 論文標題 Rhodium Catalyzed Intramolecular Cyclization and Rearrangement of 1 Azido 2 (2,2 Dihalovinyl)arenes and 1 Azido 2 [(2,2 Dihalovinyl)(Boc)amino]arenes for the Preparation of 2,3 Dihaloindoles and 2 Haloquinoxalines	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Synthesis & Catalysis	6. 最初と最後の頁 4562 ~ 4566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adsc.202300885	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi Kazuki, Kasakura Nozomi, Kikukawa Seiya, Matsumoto Shota, Karasawa Satoru, Hata Takeshi	4. 巻 21
2. 論文標題 Facile preparation of polycyclic halogen-substituted 1,2,3-triazoles by using intramolecular Huisgen cycloaddition	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 9610 ~ 9615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3OB01283B	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyanaka Kento, Harada Tomona, Shigeta Masayuki, Hata Takeshi, Urabe Hirokazu	4. 巻 133
2. 論文標題 Iron-catalyzed regio- and stereoselective substitution of 2,4-alkadienyl carboxylates with aryl Grignard reagents	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 154824 ~ 154824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2023.154824	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 小林梢真・阿部一真・秦 猛志
2. 発表標題 鉄触媒存在下ジエンおよびトリエンモノエポキシドへの脂肪族グリニャール反応剤の選択的置換反応
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 石田愛翔・齋藤俊平・秦 猛志
2. 発表標題 ニトロアレーンとアリールグリニャール反応剤からのアミノピフェノールを利用するポリアリールベンゼン誘導体の合成
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 齋藤俊平・石田愛翔・金森功史・古田忠臣・湯浅英哉・秦 猛志
2. 発表標題 ニトロアレーンとアリールグリニャール反応剤の位置選択的[5,5]-転位を経由するアミノピフェノール合成のDFT計算
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 菊川誠矢・海老原 美樹・秦 猛志
2. 発表標題 3 環性トリアゾールとo-ニトロフェニルボロン酸からの蛍光性アミノ置換トリアゾロ[5,1-a]イソキノリン合成
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 田中啓翔・東屋玲奈・小林一貴・秦 猛志
2. 発表標題 3環性トリアゾールと電子不足アルキンからの立体選択的ピラゾロ[5,1-a]イソインドール合成
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Seiya Kikukawa, Miki Ebihara, and Takeshi Hata
2. 発表標題 Facile Preparation of Polycyclic Halogen-substituted 1,2,3-triazoles by Using Intramolecular Huisgen Cycloaddition and Their Synthetic Application
3. 学会等名 CEMS International Symposium on Supramolecular Chemistry and Functional Materials 2024 (CEMSupra2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Seiya Kikukawa, Kazuki Kobayashi, Nozomi Kasakura, and Takeshi Hata
2. 発表標題 Facile Preparation of 5-Halo-1,2,3-triazole-fused Benzotricyclic Compounds from 1-(azidoalkyl)-2-(2,2-dihalovinyl)arenes and Their Conversion into Polycyclic Triazoles
3. 学会等名 15th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-15) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中啓翔・富田大貴・占部弘和・秦 猛志
2. 発表標題 テトラゾールの位置選択的アリール化とデグラデーション反応を利用するアゾ化合物の合成
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第13回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小林梢真・秦 猛志
2. 発表標題 鉄触媒存在下での官能性トリエンモノエポキシドに対するグリニャール反応剤の選択的置換反応
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第13回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 齋藤俊平・中村南美・秦 猛志
2. 発表標題 ポリハロ置換アミノピフェノールをテンプレートとする縮環芳香族化合物の合成
3. 学会等名 第52回複素環化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西 晃希・後藤大輝・辰巳湧太・重田雅之・占部弘和・秦 猛志
2. 発表標題 鉄触媒存在下ニトロ化合物と有機金属反応剤の還元的カップリング反応による第2級アミン合成
3. 学会等名 第122回有機合成化学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菊川誠矢・小林一貴・笠倉望路・秦 猛志
2. 発表標題 1-(α -アジドアルキル)-2-(2,2-ジハロピニル)アレーンを用いる多環性トリアゾール誘導体の合成
3. 学会等名 第84回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯坂拓也・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 鉄触媒による脂肪族グリニャール試薬の α , β , γ -不飽和スルホンへの位置かつ立体選択的付加反応
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第12回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森地俊平・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 鉄触媒による脂肪族グリニャール試薬の α , β , γ -不飽和ホスフィンオキシドへの選択的付加反応の開発と利用
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第12回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤大輝・西 晃希・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 鉄触媒存在下ニトロ化合物と有機亜鉛試薬の還元的カップリング反応による第二級アミン合成
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 齋藤俊平・秦 猛志
2. 発表標題 ポリハロ(アリアル)アレーンをテンプレートとする縮環ヘテロ環化合物の合成
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菊川誠矢・秦 猛志
2. 発表標題 1-(β -アジドアルキル)-2-(2,2-ジハロピニル)アレーンを用いる蛍光性トリアゾール誘導体の合成
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富田大貴・伊藤 翔・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 銅触媒アリアル化によるテトラゾールの位置選択的な四級化反応とその利用
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第11回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村南美・秦 猛志・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 ポリハロ(アリアル)アレーンをテンプレートとする縮環芳香族化合物の合成
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林一貴・笠倉望路・秦 猛志・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 1-(-アジドアルキル)-2-(2,2-ジハロピニル)アレーンを用いる多環性トリアゾール誘導体の合成
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菫蒲池 魁士郎・嵯峨 康平・後藤 大輝・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 2位に四級炭素あるいはアルケニル側鎖をもつ5-アルキルテトラゾールの合成
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菫蒲池 魁士郎・嵯峨 康平・後藤 大輝・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 2位に四級炭素あるいはアルケニル側鎖をもつ5-アルキルテトラゾールの合成
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菫蒲池 魁士郎・嵯峨 康平・後藤 大輝・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 2位に四級炭素あるいはアルケニル側鎖をもつ5-アルキルテトラゾールの合成
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------